

THIẾT KẾ THIẾT BỊ HỖ TRỢ ĐIỀU TRỊ PHỤC HỒI CHỨC NĂNG CHI DƯỚI CHO BỆNH NHÂN SAU ĐỘT QUỴ NÃO

DESIGN OF A REHABILITATION DEVICE OF LOWER LIMBS FOR POST STROKE PATIENT

Trương Minh Hiếu, Trần Nguyên Duy Phương*, Trương Quốc Thanh, Nguyễn Văn Thành, Võ Ngọc Cường

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

*Email tác giả liên hệ: tn duyphuong@yahoo.com

TÓM TẮT

Việc phục hồi chức năng chi dưới sau đột quỵ não là một quá trình đòi hỏi thời gian và phương pháp trị liệu phù hợp. Bài báo giới thiệu một thiết bị hỗ trợ phục hồi chức năng với 12 bậc tự do, trong đó gồm 7 bậc tự do dùng để mô phỏng chuyển động của chi dưới và 5 bậc tự do cho phép điều chỉnh vị trí của thiết bị sao cho phù hợp với bệnh nhân, giúp bệnh nhân có thể thực hiện các bài tập ở nhiều tư thế. Thiết bị còn có sự linh hoạt trong việc điều chỉnh độ dài các kích thước để phù hợp với bệnh nhân.

Từ khóa: 12 bậc tự do; Phục hồi chức năng; Chi dưới; Đột quỵ não.

ABSTRACT

The rehabilitation of the lower limbs after a cerebrovascular accident is a process that requires time and appropriate therapy methods. This paper presents a rehabilitation assistance device with 12 degrees of freedom, including 7 degrees of freedom to simulate the movement of the lower limbs and 5 degrees of freedom to adjust the position of the device, helping the patient to perform exercises in any position, allowing the patient to perform exercises in various positions. The device also has flexibility in adjusting the lengths of dimensions to suit the patient.

Keywords: 12-dof; Rehabilitation; Lower limbs; Stroke.

1. GIỚI THIỆU

Phục hồi chức năng được xem xét như phương pháp chính giúp bệnh nhân lấy lại khả năng vận động [1]. Mục đích của phục hồi chức năng là giúp người bệnh đạt được mức độ độc lập chức năng tối đa, giảm đến mức thấp nhất sự suy giảm chức năng.

Phương pháp phục hồi chức năng truyền thống được thực hiện thông qua nhà vật lý trị liệu. Bệnh nhân được hướng dẫn thực hiện các bài tập với người trị liệu, quá trình này lặp đi lặp lại nhiều lần, điều này giúp bệnh nhân lấy lại khả năng vận động. Với số lượng bệnh nhân ngày càng gia tăng, thiết bị hỗ trợ phục hồi chức năng được ra đời, giúp giảm tải khối lượng công việc cho y bác sĩ và phục vụ được

nhiều bệnh nhân hơn. Ngoài ra, việc kết hợp tập với các thiết bị hỗ trợ phục hồi chức năng trong điều trị đem lại hiệu quả cao hơn [2].

Các thiết bị luyện tập vật lý trị liệu phục hồi chức năng phổ biến hiện nay như: ghế tập cơ tứ đầu đùi, thanh xà song song phục hồi chức năng di chuyển, cầu thang bậc có bảo vệ an toàn,... (Hình 1).



Hình 1. Một số thiết bị hỗ trợ phục hồi chức năng phổ biến.

Tuy nhiên, các thiết bị hỗ trợ phục hồi chức năng hiện nay vẫn chưa đáp ứng đầy đủ bảy bậc tự do cần thiết cho chi dưới. Bên cạnh đó, bệnh nhân phải đứng hoặc ngồi khi sử dụng những thiết bị này, nên chúng chỉ phù hợp với những người có thể tự đứng vững hoặc cần hỗ trợ từ dụng cụ. Đối với bệnh nhân nằm liệt giường, không thể tự đứng thì các thiết bị này không phải là giải pháp phù hợp.

Để khắc phục những hạn chế ở trên, bài báo này tập trung vào phát triển thiết kế thiết bị hỗ trợ phục hồi chức năng chi dưới cho bệnh nhân sau đột quỵ não. Thiết bị có các ưu điểm sau: thiết bị có thể mô phỏng chuyển động tự nhiên của chi dưới, giúp bệnh nhân thực hiện các bài tập một cách tối ưu, bên cạnh đó, bệnh nhân còn có thể tập ở mọi tư thế nhờ vào các bậc tự do điều chỉnh vị trí.

2. THIẾT KẾ

2.1. Tổng quan về thiết bị

Thiết bị hỗ trợ điều trị phục hồi chức năng chi dưới được thiết kế dựa trên dạng khung xương ngoài và phù hợp với người bệnh thuộc dạng tập bị động (Hình 2). Thiết bị có tổng cộng 12 bậc tự do và được chia thành hai phần chính: cụm tập chi dưới và bộ phận nâng đỡ – định vị. Cụm tập chân gồm 7 bậc tự do dùng để mô phỏng chuyển động của các khớp: háng, gối và mắt cá chân. Bộ phận nâng đỡ – định vị gồm 5 bậc tự do giúp điều chỉnh vị trí thiết bị sao cho phù hợp nhất với người tập.



Hình 2. Thiết kế 3D thiết bị.

Thiết bị sử dụng bộ khung với các khớp được dẫn động bằng động cơ điện không chổi than (Maxon) và hộp giảm tốc sóng (harmonic drive) với những ưu điểm phù hợp với yêu cầu của thiết bị như:

- + Độ chính xác và độ phân giải cao;
- + Không có độ rơ;
- + Hiệu suất cao và ít bảo trì;
- + Vận hành êm ái, độ ồn thấp;
- + Thiết kế nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ.

Các động cơ điện và hộp giảm tốc được sử dụng:

- + Maxon EC 45 flat, 30W; EC 90 flat, 90W và EC 60 flat, 200W;
- + Harmonic drive CFS-11-50-2XH-F, CFS-17-120-2UH, CSF-20-160-2UH và CSG-32-160-2UH.



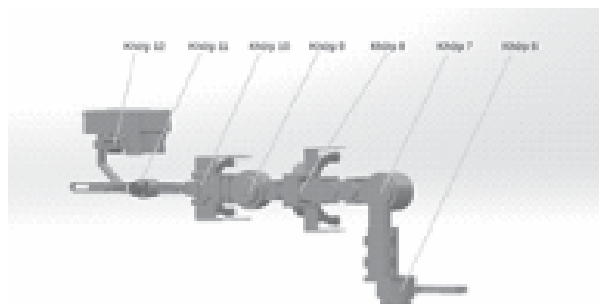
2.2. Cụm tập chi dưới

Cụm tập chi dưới (Hình 3 và Bảng 1) sẽ hỗ trợ bệnh nhân di chuyển chi dưới theo các chuyển động mà chi dưới có thể thực hiện thông qua các khớp. Về mặt cơ y sinh, phần chi dưới có khả năng chuyển động 7 bậc tự do gồm có các dạng chuyển động sau:

+ Khớp háng: Chuyển động khép – mở, hạ – nâng, xoay vào – xoay ra tương ứng với các khớp 6, 7, 8;

+ Khớp gối: Chuyển động gấp – duỗi,

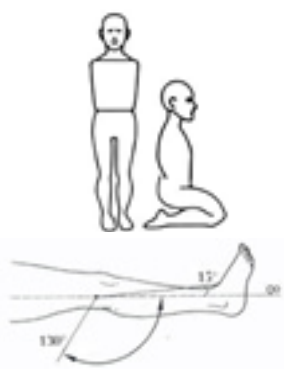
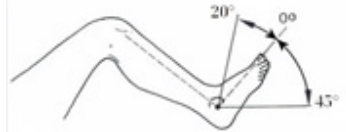
xoay vào – xoay ra tương ứng với các khớp 9, 10;
+ Khớp mắt cá chân: Chuyển động gấp – duỗi, lật ra ngoài – lật vào trong tương ứng với các khớp 11, 12.



Hình 3. Vị trí các khớp của cụm tập chi dưới.

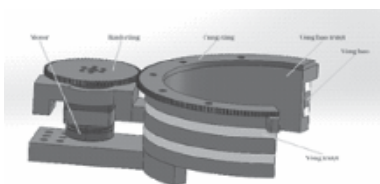
Bảng 1. Tầm vận động của các khớp chi dưới và phạm vi chuyển động mô phỏng tương ứng của thiết bị.

Loại khớp	Khớp trên thiết bị	Tên chuyển động	Tầm vận động của chi dưới [3]	Phạm vi chuyển động của thiết bị	Hình minh họa chuyển động [4]
Khớp háng	Khớp 6	Khép – mở	$30^{\circ} - 0^{\circ} - 50^{\circ}$	$20^{\circ} - 0^{\circ} - 40^{\circ}$	
	Khớp 7	Hạ – nâng	$30^{\circ} - 0^{\circ} - 130^{\circ}$	$0^{\circ} - 100^{\circ}$	
	Khớp 8	Xoay vào – xoay ra	$40^{\circ} - 0^{\circ} - 45^{\circ}$	$30^{\circ} - 0^{\circ} - 30^{\circ}$	

Khớp gối	Khớp 9	Gập – duỗi	$130^{\circ} - 0^{\circ} - 15^{\circ}$	$120^{\circ} - 0^{\circ} - 5^{\circ}$	
	Khớp 10	Xoay vào – xoay ra	$0^{\circ} - 10^{\circ}$	$0^{\circ} - 5^{\circ}$	
Khớp mắt cá chân	Khớp 11	Gập – duỗi	$20^{\circ} - 0^{\circ} - 45^{\circ}$	$15^{\circ} - 35^{\circ}$	
	Khớp 12	Lật ra – lật vào	$20^{\circ} - 0^{\circ} - 30^{\circ}$	$10^{\circ} - 0^{\circ} - 25^{\circ}$	

Cụm 8 là một cụm quan trọng trong cụm khớp háng (khớp 8). Cụm 8 giúp khớp háng chuyển động xoay vào, xoay ra với tầm vận động từ $0 - 45^{\circ}$.

Cấu tạo của cụm 8 gồm: Maxon motor EC 45 flat, brushless, 30 watt tạo chuyển động xoay; vòng bao trượt lắp với vòng trượt và cụm khớp háng 1.



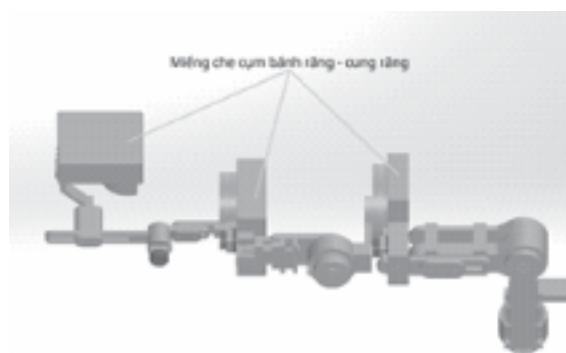
Hình 4. Cấu tạo cụm 8.

Cụm 8 sử dụng cơ cấu truyền động bánh răng và cung răng. Bánh răng gắn với phần dưới motor truyền động qua cung răng gắn trên cụm bắp đùi (Hình 4).

Cụm 10 và cụm 12 được thiết kế giống với cụm 8. Tuy nhiên, tầm vận động của 2 cụm này đã được thay đổi để phù hợp với tầm vận động của các khớp của chi dưới.

Để tránh các sự cố va chạm ngoài ý muốn, các cụm 6, 8, 10 được bố trí thêm miếng che các cơ cấu truyền động bánh răng – cung răng (Hình 5).



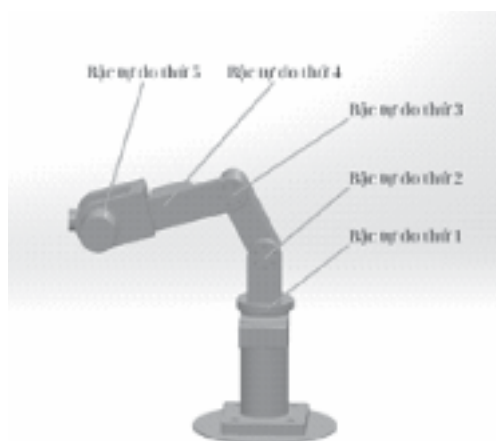


Hình 5. Thiết kế các miếng che chắn.

2.3. Bộ phận nâng đỡ – định vị

Bộ phận nâng đỡ – định vị (Hình 6) vừa có nhiệm vụ giúp cụm tập chi dưới cố định, vừa có nhiệm vụ hỗ trợ điều hướng vị trí của thiết bị sao cho phù hợp với vị trí của người bệnh.

Bộ phận này có 5 bậc tự do chuyển động quay cho phép bệnh nhân có thể thực hiện các bài tập ở mọi vị trí như nằm, ngồi, đứng tùy thuộc vào tình trạng sức khỏe của bệnh nhân.



Hình 6. Thiết kế bộ phận nâng đỡ – định vị.

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày về thiết kế phát triển của thiết bị hỗ trợ điều trị phục hồi chức năng chi dưới. Thiết bị có những ưu điểm như:

+ Cung cấp 12 bậc tự do với 7 bậc tự do dùng để mô phỏng chuyển động của chi dưới và 5 bậc tự do cho phép điều chỉnh vị trí của thiết bị sao cho phù hợp với bệnh nhân, giúp bệnh nhân có thể thực hiện các bài tập ở nhiều tư thế;

+ Hỗ trợ điều trị phục hồi chức năng ở các giai đoạn với đa dạng bài tập. ❖

Ngày nhận bài: **24/7/2025**

Ngày phản biện: **12/8/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. G. E. Gresham et al., “*Rehabilitation*”. Stroke, vol. 28, no. 7, pp. 1522-1526, Jul. 1997, doi: 10.1161/01.STR.28.7.1522.
- [2]. “*The Effect Of A Resonating Arm Exerciser On Arm Function In Patients With Chronic Stroke In Vietnam: A Cross-Over Design*”. World Physiotherapy.
- [3]. Kenta Suzuki, G.M., et al., “*Intention-Based Walking Support for Paraplegia Patients with Robot Suit HAL*”.
- [4]. Sk K. Hasan, “*A Realistic Model Reference Computed Torque Control Strategy for Human Lower Limb Exoskeletons*”.
- [5]. Bệnh viện Nguyễn Tri Phương, 2021, “*Bài tập hồi phục chức năng vận động sau đột quỵ*”. <https://bvnguyentriphuong.com.vn/vat-ly-tri-lieu/bai-tap-hoi-phuc-chuc-nang-van-dong-sau-dot-quy>.